

Mehrzylindrige Brennkraftmaschine und Verfahren zum
Betreiben einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und zum anderen ein Verfahren zum Betreiben einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 12.

Aus der Patentschrift CH 310325 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit dem Gaswechsel dienenden Ventilen bekannt, bei welchem durch Öffnen eines zusätzlich vorhandenen Zusatzventils eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum einer Brennkraftmaschine und einer der Brennkraftmaschine zugeordneten Abgasleitung hergestellt wird. Das Zusatzventil wird im Bremsbetrieb der Brennkraftmaschine dauernd geöffnet, wodurch sich eine Bremswirkung ergibt. Auf diese Weise wird die beim Abbremsen des zugehörigen Kraftfahrzeugs aufgebrachte Bremsarbeit erhöht.

Aufgabe der Erfindung ist demgegenüber, eine Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine anzugeben, mit denen im Bedarfsfall eine wirkungsvolle und effiziente Unterstützung einer Regeneration einer der

Brennkraftmaschine zugeordneten Abgasreinigungseinheit ermöglicht ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Wenigstens einer der Zylinder der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine weist neben den regulären, dem Gaswechsel dienenden Einlass- bzw. Auslassventilen ein Zusatzauslassventil auf, durch welches in geöffnetem Zustand eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum und der Abgasleitung hergestellt wird. Ferner ist in der den Zylindern der Brennkraftmaschine zugeordneten Abgasleitung eine Abgasreinigungseinheit angeordnet. In Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration der Abgasreinigungseinheit ist durch Betätigung des Zusatzauslassventils wenigstens eines Zylinders eine gegenüber dem Normalbetrieb veränderte, die Regeneration der Abgasreinigungseinheit unterstützende Abgaszusammensetzung und/oder Abgastemperatur einstellbar.

Als Abgasreinigungseinheit ist vorzugsweise ein Partikelfilter und/oder ein Katalysator wie beispielsweise ein Stickoxid-Speicher-katalysator vorgesehen. Daneben können selbstverständlich weitere der Abgasreinigung dienende Komponenten in der Abgasleitung angeordnet sein. Insbesondere zur Regeneration einer derartigen Abgasreinigungseinheit ist es vorteilhaft, wenn dieser ein Abgas mit einer erhöhten Temperatur und/oder einer gegenüber dem Normalbetrieb veränderten Zusammensetzung, beispielsweise mit einem erhöhten Gehalt an reduzierend wirkenden Bestandteilen zugeführt wird.

Gebräuchliche Maßnahmen hierfür umfassen eine saugseitige oder abgasseitige Androsselung, verbrennungsseitige Maßnahmen wie eine Veränderung des Kraftstoffeinspritzzeitpunkts oder eine Zugabe von Kraftstoff oder Sekundärluft in den Abgasstrang stromauf der entsprechenden Abgasreinigungseinheit. Diese Maßnahmen sind meist mit hohem apparativem Aufwand verbunden oder weisen andere Nachteile auf.

Demgegenüber erfolgt die Einstellung der genannten, die Regeneration bewirkender bzw. unterstützender Abgaseigenschaften durch eine Betätigung, d.h. durch wenigstens zeitweises Öffnen des Zusatzauslassventils wenigstens eines Zylinders der Brennkraftmaschine. Da durch das geöffnete Zusatzauslassventil eine Verbindung zwischen dem Brennraum und der Abgasleitung hergestellt ist, ist es ermöglicht, über die jeweiligen Bedingungen im Brennraum des Zylinders die Abgasbedingungen im genannten Sinne zu beeinflussen und eine Regeneration einer Abgasreinigungseinheit zu unterstützen. Dies gilt sowohl für einen Schiebetrieb mit Leistungsaufnahme als auch für einen Zugbetrieb mit Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine.

Insbesondere bei Brennkraftmaschinen, die bereits von vornherein einen Zylinder mit Zusatzauslassventil, beispielsweise ein sogenanntes Dekrompressionsventil zur Nutzung der Brennkraftmaschine als Fahrzeugbremse aufweisen, ist der apparative Zusatzaufwand und Applikationsaufwand gering. Zudem kann meist die Wirkungsgradverschlechterung der Brennkraftmaschine bei Betätigung des Zusatzauslassventils gering gehalten werden, so dass nur ein geringer Kraftstoffmehrverbrauch resultiert.

Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine kann nur einen einzigen Zylinder mit einem Zusatzauslassventil aufweisen. Typischerweise weisen jedoch mehrere Zylinder, insbesondere alle Zylinder der Brennkraftmaschine ein Zusatzventil auf.

In Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Zylinder mit Betätigung des Zusatzauslassventils mit einer gegenüber dem Betrieb ohne Betätigung des Zusatzauslassventils verminderten Kraftstoffzufuhr betreibbar. Bei einem bestimmten Betriebspunkt, insbesondere bei einem Betriebspunkt, bei welchem eine Regeneration der Abgasreinigungseinheit vorgesehen ist, ist somit bei wenigstens einem Zylinder zugleich die Betätigung des Zusatzauslassventils als auch ein Betrieb mit einer verminderten Kraftstoffzufuhrmenge gegenüber der normalerweise bei diesem Betriebspunkt vorgesehenen Kraftstoffzufuhrmenge ermöglicht. Zur Einstellung der Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern ist vorzugsweise eine Einspritzanlage vorgesehen, welche eine zylinderselektive Ansteuerung ermöglicht. Es kann sich dabei um eine Common-Rail-Anlage, eine Anlage nach dem Pumpe-Düse-Prinzip oder um eine andere Anlage mit vorzugsweise einzeln ansteuerbaren Injektoren handeln. Die Verminderung der Kraftstoffzufuhr umfasst dabei auch deren völlige Abschaltung. Mit dieser Ausgestaltung der Erfindung lässt sich die Abgastemperatur und/oder die Abgaszusammensetzung besonders genau und empfindlich beeinflussen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist bei wenigstens einem Zylinder mit Zusatzauslassventil das Zusatzauslassventil derart getaktet betätigbar, dass das

Zusatzauslassventil bei einer Vielzahl von Arbeitsspielen jeweils im Bereich des oberen Totpunkts im Verdichtungstakt geöffnet und sonst geschlossen ist. Für diese Ausführungsform ist vorzugsweise vorgesehen, den Antrieb des Zusatzauslassventils entkoppelt vom Antrieb für die regulären Gaswechselventile der Brennkraftmaschine auszubilden. Vorteilhaft ist beispielsweise ein separater elektromagnetischer Antrieb für die Zusatzventile. Vorzugsweise sind die Zusatzventile etwa im Bereich von 90° Kurbelwinkel vor dem oberen Totpunkt bis 90° nach dem oberen Totpunkt zu öffnen. Bei einer Öffnung eines Zusatzauslassventils vor dem oberen Totpunkt ist ein Übertritt von unverbranntem Kraftstoff in den Abgasstrang ermöglicht. Aus einer Öffnung nach dem oberen Totpunkt resultiert vorwiegend eine Abgastemperaturerhöhung.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist eine aus wenigstens zwei vorzugsweise benachbarten Zylindern mit Zusatzauslassventil gebildete Zylindergruppe vorgesehen. Die Zylindergruppe wird vorzugsweise so gewählt, dass Drehmoment- bzw. Gleichlaufschwankungen bei Betätigung der Zusatzauslassventile minimiert sind. Beispielsweise kann bei einem sechszylindrigen Reihenmotor lediglich beim ersten und zweiten Zylinder ein Zusatzauslassventil vorgesehen sein. In gleicher Weise ist es möglich, bei einer als V-Motor ausgebildeten Brennkraftmaschine Zusatzauslassventile lediglich bei den Zylindern einer Zylinderbank vorzusehen. Damit wird der konstruktive entsprechend gering gehalten werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist bei wenigstens zwei vorzugsweise benachbarten Zylindern mit Zusatzauslassventil eine Betätigung des

Zusatzauslassventils vorgesehen. Vorteilhaft ist es beispielsweise bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern mit Zusatzauslassventil im Zusammenhang mit einem Regenerationsbetrieb bei jeweils zwei benachbarten Zylindern die Zusatzauslassventile im zeitlichen Wechsel zu betätigen. Dadurch wird insbesondere die thermische Belastung der jeweiligen Zylinder klein gehalten. Sind alle Zylinder einer sechszylindrigen Brennkraftmaschine mit einem Zusatzauslassventil versehen so kann beispielsweise abwechselnd bei Zylinder 1 und 2, Zylinder 3 und 4 und Zylinder 5 und 6 das Zusatzauslassventil betätigt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind wenigstens zwei Zylinder mit Zusatzauslassventil vorgesehen und die Anzahl der Zylinder mit Betätigung des Zusatzauslassventils ist variabel, insbesondere in Abhängigkeit von der Abgastemperatur einstellbar. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft, wenn alle Zylinder der Brennkraftmaschine ein Zusatzauslassventil aufweisen. Je nach Wärmebedarf der Abgasreinigungseinheit sind bei zwei oder mehr benachbarten Zylindern die Zusatzauslassventile vorzugsweise synchron oder jeweils phasengleich in Bezug auf die Kolbenstellung des jeweiligen Zylinders betätigbar. Auf diese Weise lässt sich insbesondere der Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinheit sehr genau und bedarfsorientiert einstellen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist bei wenigstens einem Zylinder mit Zusatzauslassventil ein Betrieb mit geschlossenem Zusatzauslassventil und mit gegenüber dem Normalbetrieb verminderter Kraftstoffzufuhr ermöglicht. Dadurch ist neben der Beeinflussung von

Abgastemperatur und/oder Abgaszusammensetzung in der Sonderbetriebsart einer Regeneration der Abgasreinigungseinheit zusätzlich die Leistungsabgabe im normalen Brennkraftmaschinenbetrieb beeinflussbar. Bei einer auf Null verminderten Kraftstoffzufuhr ist eine Schubabschaltung im Schiebebetrieb ermöglicht. Besonders vorteilhaft ist es, dass auch in dieser Betriebsart eine Regeneration der Abgasreinigungseinheit ermöglicht ist bzw. weitergeführt werden kann, da bei einem oder mehreren weiteren Zylindern ebenfalls ein Zusatzauslassventil vorgesehen sein kann und diese Zylinder mit betätigtem Zusatzauslassventil betrieben werden können. Auf diese Weise bleibt der Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinheit aufrechterhalten. Die Zylinder mit betätigtem Zusatzauslassventil können dabei gegebenenfalls mit verminderter Kraftstoffzufuhr betrieben werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Regenerationsbetrieb mit Betätigung des Zusatzauslassventil wenigstens eines Zylinders in einem Betriebsbereich verminderter Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine einstellbar. Insbesondere bei einer nach dem Dieselprinzip arbeitenden Brennkraftmaschine ist im unteren Teillastbereich häufig der Wärmeeintrag in die zugehörige Abgasreinigungseinheit gering, so dass diese nicht ihre bestimmungsgemäße Temperatur erreicht bzw. darunter absinkt. Um die gewünschte Temperatur der Abgasreinigungseinheit zu erreichen, ist daher vorgesehen, unterhalb eines vorgebbaren Lastpunktes im Teillastbereich der Brennkraftmaschine eines oder mehrere der Zusatzauslassventile zu betätigen. Oberhalb des vorgebbaren Lastpunktes der Brennkraftmaschine bleibt das Zusatzventil im Zugbetrieb der Brennkraftmaschine

geschlossen. Dadurch wird zudem sichergestellt, dass keine Überhitzung des Zusatzventils oder abgasführender Bauteile eintritt. Zur Regulierung des Wärmeeintrags in die Abgasreinigungseinheit im Teillastbereich kann zusätzlich vorgesehen sein, die Öffnungsweite des Zusatzauslassventils in Abhängigkeit vom Lastpunkt der Brennkraftmaschine einzustellen. Dem entsprechenden Lastbereich ist ein Kennfeld bzw. ein Kennfeldbereich zugeordnet, wobei vorzugsweise im Lastbereich mit weniger als 50 % Nennleistung vorgesehen ist, durch Betätigung eines Zusatzauslassventils die Regeneration einer Abgasreinigungseinheit zu unterstützen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb für die Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader eine Beeinflussung des Ladedrucks ermöglicht. Insbesondere ist vorgesehen, in Verbindung mit dem Regenerationsbetrieb eine Absenkung des Ladedrucks vorzusehen. Auf Grund der Abgastemperaturerhöhung bei Betätigung eines Zusatzauslassventils kann sich eine erhöhte Leistungsabgabe des Turboladers einstellen. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme der Absenkung des Ladedrucks kann diesem begegnet werden. Hierzu ist es vorteilhaft, wenn der Abgasturbolader derart ausgebildet ist, dass seine Drehzahl beeinflussbar ist. Die Absenkung des Ladedrucks erlaubt jedoch auch eine direkte Beeinflussung der Abgastemperatur und ist vorzugsweise als zusätzliche temperatursteigernde Maßnahme vorgesehen. Vorteilhaft ist es, wenn die entsprechenden Einstellungen in Abhängigkeit von der Temperatur der Abgasreinigungseinheit ermöglicht sind.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb für die Brennkraftmaschine mit einer verstellbaren Abgasrückführeinrichtung eine Beeinflussung der Abgasrückführmenge ermöglicht. Hierzu ist vorzugsweise in der Abgasrückführung ein verstellbares Abgasrückführventil vorgesehen. Diese Maßnahme ermöglicht es, die Abgastemperatur und/oder die Abgaszusammensetzung über die Abgasrückführmenge wirkungsvoll zu beeinflussen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Regenerationsbetrieb bei stillstehendem Fahrzeug vorgesehen. Durch diese Maßnahme wird der Fahrbetrieb durch die Regeneration der Abgasreinigungseinheit nicht gestört. Die Maßnahme kann zusätzlich als Notregeneration vorgesehen sein, wenn ein erhöhter Regenerationsbedarf, beispielsweise in Form eines erhöhten Filterverstopfungsgrads festgestellt wird. Vorzugsweise wird im Fahrzeugstillstand eine erhöhte Brennkraftmaschinendrehzahl eingestellt. Auf diese Weise lassen sich auch bei Fahrzeugstillstand die für eine Regeneration der Abgasreinigungseinheit erforderlichen Bedingungen einstellen.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist vorgesehen, dass in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration einer in der Abgasleitung angeordneten Abgasreinigungseinheit das Zusatzauslassventil wenigstens eines Zylinders wenigstens zeitweise geöffnet wird.

Es versteht sich, dass das Zusatzventil neben seiner erfindungsgemäßen Betätigung zur Unterstützung der Regeneration der entsprechenden Abgasreinigungseinheit nach wie vor zur Verstärkung der Bremswirkung im

Bremsbetrieb betätigt bzw. geöffnet werden kann.

Bei einem mit einem Zusatzauslassventil versehenen Zylinder kann bei Betätigung des Zusatzauslassventils vorgesehen sein, dass dieser befeuert oder auch unbefeuert betrieben wird. Im erstgenannten Fall befindet sich die Brennkraftmaschine vorzugsweise im Zugbetrieb mit positiver Leistungsabgabe an die Antriebseinheit, im zweitgenannten Fall befindet sich die Brennkraftmaschine vorzugsweise im Brems- oder Schiebetrieb. In beiden Fällen kann vorgesehen sein, das Zusatzauslassventil eines oder gegebenenfalls mehrerer Zylinder wenigstens zeitweise in einem geöffneten Zustand zu halten.

In Ausgestaltung des Verfahrens wird wenigstens ein Zylinder mit wenigstens zeitweise geöffnetem Zusatzauslassventil und mit einer gegenüber dem Normalbetrieb verminderten Kraftstoffzufuhr betrieben. Dabei schließt die Verminderung der Kraftstoffzufuhr auch deren völlige Abschaltung ein. Als Normalbetrieb wird dabei der entsprechende Brennkraftmaschinenbetriebspunkt verstanden, bei welchem das entsprechende Zusatzauslassventil unbetätigt, d.h. ständig geschlossen bleibt. Vorteilhaft ist es grundsätzlich, bei allen Zylindern, unabhängig davon ob diese ein Zusatzauslassventil aufweisen oder nicht, die wahlweise Verminderung der Kraftstoffmengen- oder Kraftstoffzufuhr vorzusehen.

Die Leistungsabgabe bzw. -Aufnahme des Zylinders und somit die Stärke der Wärmeabgabe ins Abgas über das geöffnete Zusatzauslassventil kann über die Verminderung der Kraftstoffzufuhr sehr effektiv eingestellt werden und an den Wärmebedarf der Abgasreinigungseinheit angepasst werden. Bei sehr starker Verminderung der

Kraftstoffzufuhr findet im Zylinder keine Verbrennung mehr statt, und der Zylinder wird unbefeuert betrieben. Ist die Kraftstoffzufuhr nicht völlig abgeschaltet, so wird in diesem Fall unverbrannter Kraftstoff durch das geöffnete Zusatzauslassventil ins Abgas eingetragen und somit das Abgas mit Reduktionsmitteln angereichert. Auf diese Weise kann beispielsweise eine reduzierende Regeneration einer Abgasreinigungseinheit unterstützt werden oder im Abgasstrang durch Nachverbrennung des unverbrannten Kraftstoffs eine Wärmefreisetzung erfolgen.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Zusatzauslassventil wenigstens eines Zylinders während einer Vielzahl von Arbeitsspielen des Zylinders im Bereich des oberen Totpunkts im Verdichtungsstakt offen gehalten wird und sonst geschlossen gehalten wird.

In dieser Betriebsart wird der entsprechende Zylinder gebremst betrieben, da zuvor komprimierte Gase aus dem Zylinder ohne Verrichtung von Expansionsarbeit in die Abgasleitung entweichen. Bei befeuerten Zylinder sind diese Gase sehr heiß und das Abgas wird entsprechend stark aufgeheizt. Ist die Kraftstoffzufuhr zum jeweiligen Zylinder vermindert oder abgestellt, ist der Wärmeeintrag ins Abgas entsprechend geringer.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird das Zusatzauslassventil wenigstens eines Zylinders während einer Vielzahl von Arbeitsspielen des Zylinders ständig offen gehalten. Auch in dieser Betriebsart wird der entsprechende Zylinder gebremst betrieben, wenngleich die Bremswirkung und der Wärmeeintrag ins Abgas geringer ausfallen. Jedoch ist der Steuerungsaufwand ebenfalls geringer.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird wenigstens ein Zylinder der Brennkraftmaschine, insbesondere ein Zylinder mit Zusatzauslassventil mit verminderter Kraftstoffzufuhr betrieben. Dabei kann bei einem Zylinder mit Zusatzauslassventil dieses zeitweise geöffnet sein oder geschlossen gehalten werden. Die Verminderung der Kraftstoffzufuhr kann dabei auch deren völlige Abschaltung umfassen. Auf diese Weise kann insbesondere eine Feineinstellung der Regenerationsbedingungen erreicht werden. Es lassen sich sowohl die Abgastemperatur als auch die Abgaszusammensetzung, insbesondere der Sauerstoffgehalt des Abgases einstellen. Gleichzeitig kann die Leistungsabgabe feineingestellt werden, wodurch Drehmomentschwankungen vermieden werden können.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens sind wenigstens zwei vorzugsweise benachbarte Zylindern mit Zusatzauslassventil vorgesehen, deren Zusatzauslassventile synchron betätigt werden. Durch die Gruppierung von Zylindern mit jeweils synchron betriebenen Zusatzauslassventilen lässt sich eine Verschlechterung der Laufruhe vermeiden oder minimieren, zudem ist die Ansteuerung vereinfacht.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird bei einer Brennkraftmaschine mit wenigstens zwei Zylindern mit Zusatzauslassventil die Anzahl der Zylinder mit wenigstens zeitweise geöffnetem Zusatzauslassventil in Abhängigkeit von der Brennkraftmaschinenlast eingestellt. Auf diese Weise können die Abgaseigenschaften sehr wirkungsvoll beeinflusst werden. Vorzugsweise wird mit abnehmender Brennkraftmaschinenlast bzw. -Drehzahl eine

zunehmende Anzahl von Zylindern mit wenigstens zeitweise geöffnetem Zusatzauslassventil betrieben. Die Anzahl der entsprechenden Zylinder kann dabei durch Kennfeldbereiche vorgegeben sein.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader wird in Verbindung mit dem Regenerationsbetrieb ein verminderter Ladedruck eingestellt. Auf diese Weise kann insbesondere die Abgastemperatur zusätzlich beeinflusst werden. Die Absenkung des Ladedrucks wird vorzugsweise durch Erniedrigung der Drehzahl über eine Schaufelverstellung oder eine Wastegateverstellung des entsprechenden Abgasturboladers vorgenommen.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer verstellbaren Abgasrückführeinrichtung wird in Verbindung mit dem Regenerationsbetrieb eine erhöhte Abgasrückführmenge eingestellt. Diese Maßnahme ist insbesondere für eine Feineinstellung der Regenerationsbedingungen zweckmäßig und wird vorzugsweise in Verbindung mit anderen Maßnahmen zur Beeinflussung der Abgastemperatur und/oder der Abgaszusammensetzung eingesetzt.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird der Regenerationsbetrieb bei Fahrzeugstillstand durchgeführt. Dies kann während einer Unterbrechung des normalen Fahrbetriebs oder im Rahmen eines Werkstattaufenthalts erfolgen. Durch diese Maßnahmen lassen sich beispielsweise überlange Regenerationen durchführen, die beim normalen Fahrbetrieb aufgrund wechselnder Betriebsbedingungen nicht durchführbar sind.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung veranschaulicht und werden nachfolgend beschrieben.

Die einzige Figur zeigt schematisch eine als Reihenmotor mit sechs Zylindern 1 bis 6 ausgebildete Brennkraftmaschine B. Die Zylinder weisen jeweils einen nicht gesondert bezeichneten Brennraum sowie ein dem Gaswechsel dienendes Einlassventil E und Auslassventil A sowie ferner ein Zusatzauslassventil Z auf. Im dargestellten Fall weisen alle Zylinder 1 bis 6 der Brennkraftmaschine B jeweils ein Zusatzauslassventil Z auf und die Zylinder 1 bis 3 bilden eine erste Zylindergruppe 11 und die Zylinder 4 bis 6 eine zweite Zylindergruppe 12. Vorzugsweise werden die Zylinder der Zylindergruppen 11, 12 jeweils synchron bzw. gleichartig betrieben. Es kann jedoch selbstverständlich auch vorgesehen sein, dass nur ein einziger Zylinder oder nur einige der Zylinder 1 bis 6 ein Zusatzauslassventil Z aufweisen und die Zylinder 1 bis 6 auf unterschiedliche Weise, beispielsweise hinsichtlich der Kraftstoffzufuhr oder der Betätigung des Zusatzauslassventils Z betrieben werden.

Im dargestellten Fall ist den Zylindern der Zylindergruppen 11, 12 ist eine gemeinsame Kurbelwelle 7 zur Drehmomentübertragung zugeordnet. Vorzugsweise sind die Zylinder der Brennkraftmaschine B gleichartig ausgeführt, weshalb die einem jeweiligen Zylinder zugeordneten Bauteile lediglich beim Zylinder 1 mit Bezugszeichen versehen sind.

Die Brennkraftmaschine B ist hier als ein nach dem Dieselpinzipp arbeitender 4-Taktmotor ausgeführt.

Dementsprechend erhalten die Zylinder 1 bis 6 ihre Verbrennungsluft über einen Lufteinlasskanal 8 und geben im Normalbetrieb die Verbrennungsabgase über einen Luftauslasskanal 9, eine Abgasleitung und eine Abgasreinigungseinheit (jeweils nicht dargestellt) an die Umgebung ab. In geöffnetem Zustand des Zusatzauslassventils Z ist über den Zusatzauslasskanal 10 eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum des jeweiligen Zylinders und der Abgasleitung vorhanden. Insbesondere bei einer Aufwärtsbewegung des Kolbens gelangt bei geöffnetem Zusatzauslassventil Z daher Abgas aus dem entsprechenden Brennraum in die Abgasleitung. Folglich lassen sich die Eigenschaften des Abgases über das geöffnete Zusatzauslassventil Z beeinflussen.

Die Einlassventile E sowie die Auslassventile A sind vorzugsweise jeweils gemeinsam über eine Nockenwelle mechanisch ansteuerbar, während die Zusatzauslassventile Z jeweils eine separate, vorzugsweise elektromagnetische Ansteuerung aufweisen. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Zusatzauslassventile Z einzeln so betätigbar sind, dass sie während eines Arbeitszyklus getaktet für eine frei wählbare Zeitspanne geöffnet werden können. Diese Zeitspanne kann sowohl einen Bruchteil des Arbeitszyklus als auch eine längere Zeitspanne über eine Vielzahl von Arbeitszyklen ausmachen. Dadurch wird ein breiter Variationsspielraum zur Beeinflussung der Abgaseigenschaften erreicht.

Es versteht sich, dass die Zylinder 1 bis 6 der Brennkraftmaschine B jeweils mehr als ein einziges Einlassventil E und Auslassventil A aufweisen können. Es versteht sich ferner, dass die Zylinder 1 bis 6 der Brennkraftmaschine B auch in der Art eines V-Motors oder

auf andere Weise zu Gruppen zusammengefasst sein können. Den Zylindergruppen kann selbstverständlich jeweils ein separater Abgasstrang mit jeweils einer Abgasreinigungseinheit zugeordnet sein.

Obschon hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht näher dargestellt, versteht sich weiter, dass der Brennkraftmaschine B eine vorzugsweise elektronisch ansteuerbare Einspritzanlage mit jeweils einem Kraftstoffeinspritzventil für jeden der Zylinder 1 bis 6 zugeordnet ist. Vorzugsweise ist die Einspritzanlage derart ausgebildet, dass zylinderselektiv Mehrfacheinspritzungen mit im Rahmen des technisch machbaren frei wählbaren Einspritzmengen und Einspritzzeitpunkten ermöglicht sind. Ferner weist die Brennkraftmaschine B einen Abgasturbolader und eine Abgasrückführeinrichtung auf (hier ebenfalls nicht dargestellt). Zur Steuerung der genannten Komponenten sowie des gesamten Betriebs der Brennkraftmaschine B sowie zur Erfassung der relevanten Betriebsgrößen ist eine ebenfalls nicht dargestellte elektronische Motorsteuerung vorgesehen.

Je nachdem, zu welchem Zeitpunkt und mit welcher Dauer das Zusatzauslassventil Z eines jeweiligen Zylinders betätigt bzw. geöffnet wird, sind unterschiedliche Wirkungen erzielbar. So kann neben der eingangs erwähnten Bremswirkung die Temperatur der aus dem jeweiligen Zylinder strömenden Abgase gegenüber einem Normalbetrieb ohne Betätigung des Zusatzauslassventils Z erhöht werden. Dies ist insbesondere der Fall, wenn das Zusatzauslassventil Z im Bereich des oberen Totpunkt im Verdichtungsstakt geöffnet wird. Weiter kann der Abgasleitung ein Abgas zugeführt werden, welches unverbrannte

Bestandteile enthält. Dies kann beispielsweise durch Öffnen des Zusatzauslassventils Z im Verdichtungsstakt bzw. vor Beendigung der regulären Verbrennung in dem jeweiligen Zylinder erreicht werden. Beispielsweise kann vorgesehen sein, eine voreingespritzte Kraftstoffmenge durch Öffnen des Zusatzauslassventils Z während des Kompressionstakts wenigstens teilweise in die Abgasleitung zu leiten, wodurch der Abgasreinigungseinheit ein mit unverbrannten Kraftstoffbestandteilen angereichertes Abgas zuführbar ist. Diese können an einem der Abgasreinigungseinheit zugeordneten Oxidationskatalysator unter Wärmefreisetzung oxidiert werden, was die Temperatur des der Abgasreinigungseinheit zugeführten Abgases ebenfalls steigert. Im Fall einer als Partikelfilter ausgebildeten Abgasreinigungseinheit kann dessen Temperatur auf diese Weise angehoben werden und so die Regeneration durch Rußabbrand unterstützt werden. Durch die mittels Betätigung des Zusatzauslassventils Z erreichte Veränderung der Abgastemperatur bzw. Abgaszusammensetzung lassen sich jedoch auch weitere und/oder andere Abgasreinigungseinheiten wie beispielsweise ein Denox-Katalysator regenerieren bzw. betreiben.

Eine Aufheizung beispielsweise eines Oxidationskatalysators im Abgasstrang im Rahmen eines Regenerationsvorgangs kann auch erreicht werden, indem bei einem oder mehreren Zylindern eine späte Kraftstoffeinspritzung vorgenommen wird. Vorzugsweise wird diese mit einem Spritzbeginn bei etwa 15° bis 25° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt vorgenommen. Dabei werden unverbrannte bzw. teilverbrannte Kraftstoffbestandteile in das Abgas durch die geöffneten Auslassventile oder durch das geöffnete

Zusatzauslassventil ins Abgas eingebracht, die dann im Oxidationskatalysator unter Wärmefreisetzung nachverbrennen. Dabei kann auch vorgesehen sein bei dem oder den Zylindern auf die Haupteinspritzung von Kraftstoff zu verzichten, so dass der oder die Zylinder keine mechanische Energie abgeben, also geschleppt werden. In diesem Fall findet keine Verbrennung des naheingespritzten Kraftstoffs statt, da wegen der fehlenden Haupteinspritzung nur eine geringe Druck- und Temperaturerhöhung im Kompressionstakt erfolgt. Der naheingespritzte Kraftstoff wird vielmehr als Kraftstoffdampf und daher besonders homogen aufbereitet in den Abgastrakt eingebracht. Außerdem ist das jeweilige Zusatzauslassventil Z in diesem Fall thermisch nur gering belastet.

Zur Erläuterung von bevorzugten Betriebsarten wird nachfolgend davon ausgegangen, dass ein Regenerationsbedarf in Form eines thermischen Rußabbrands für einen Partikelfilter festgestellt wurde. Vorzugsweise erfolgt dies durch Auswertung der Signale nicht näher dargestellter Diagnosemittel durch die elektronische Motorsteuerung. Diese ermittelt den aktuellen Betriebszustand und insbesondere die aktuelle Temperatur des Abgases bzw. des Partikelfilters über dafür geeignete Sensoren und initiiert in Abhängigkeit von diesen Werten die zu treffenden Maßnahmen. Wird beispielsweise durch Auswertung von Kennfelddaten festgestellt, dass lediglich eine vergleichsweise geringe Anhebung der Abgas- bzw. Partikelfiltertemperatur auf einen für den Rußabbrand erforderlichen Wert notwendig ist, so wird von der Motorsteuerung vorzugsweise folgende Betriebsweise der Brennkraftmaschine eingestellt.

Die Kraftstoffzufuhr zu den Zylindern 1 bis 3 der ersten

Zylindergruppe 11 wird oder bleibt abgestellt und die Zusatzauslassventile Z der Zylinder 1 bis 3 werden wie in der Figur dargestellt ganz geöffnet. Infolge der geöffneten Zusatzauslassventile Z werden diese Zylinder gebremst, jedoch infolge der fehlenden Kraftstoffzufuhr unbefeuert betrieben. Dabei werden die Einlassventile E und die Auslassventile A unverändert über die Nockenwelle angesteuert und normal betrieben. Falls nötig, wird eine Anpassung des entsprechend der aktuellen Fahrsituation einzustellenden Drehmoments durch Einstellung der Kraftstoffzufuhrmenge zu den Zylindern 4 bis 6 der zweiten Zylindergruppe 12 vorgenommen. Diese werden weiterhin wie bisher befeuert mit ständig geschlossenem Zusatzauslassventil Z betrieben.

Von den Zylindern 1 bis 3 wird in den Kompressionstakten Kompressionsarbeit verrichtet, wodurch eine entsprechende Erhitzung der diesen Zylindern über die Einlassventile E zugeführten Luft erfolgt. Infolge der ständig geöffneten Zusatzauslassventile Z der Zylinder 1 bis 3 gelangt gegenüber dem Normalbetrieb stärker erhitztes Gas in die Abgasleitung und der Partikelfilter wird dadurch aufgeheizt. Vorteilhaft ist es, wenn die Öffnungsweite der Zusatzauslassventile Z einstellbar ist. Durch eine Einstellung der Öffnungsweite in Abhängigkeit von der Abgas- oder Partikelfiltertemperatur kann der Wärme-eintrag durch die geöffneten Zusatzauslassventile Z in den Partikelfilter effektiv eingestellt werden.

Wird von der Motorsteuerung ermittelt, dass diese Aufheizmaßnahme nicht ausreicht um den Partikelfilter auf die Rußabbrandtemperatur aufzuheizen, was hauptsächlich in einem Betriebszustand im unteren Teillastbereich der Fall sein kann, so können folgende Maßnahmen alternativ

einzelnen oder in Kombination ergriffen werden.

Eine erste bevorzugte Maßnahme besteht darin, die Zylinder 1 bis 3 der ersten Zylindergruppe 11 mit einer geringen, gegenüber dem Normalbetrieb verminderten Kraftstoffmenge zu versorgen. Diese kann so gewählt sein, dass keine Entflammung in den Brennräumen dieser Zylinder stattfindet. Daher gelangt unverbrannter Kraftstoff in die Abgasleitung, der an einem dem Partikelfilter vorgeschalteten Oxidationskatalysator katalytisch oxidiert wird. Durch diese katalytisch unterstützte Nachverbrennung steigt die Abgastemperatur und somit der Wärmeeintrag in den Partikelfilter.

Als weitere Maßnahme kann vorgesehen sein, die Zylinder 1 bis 3 der ersten Zylindergruppe 11 mit einer für eine normale Verbrennung geeigneten Kraftstoffmenge zu versorgen und gleichzeitig die Zusatzauslassventile Z getaktet zu betreiben. Die Taktung erfolgt vorzugsweise derart, dass die Zusatzauslassventile Z lediglich etwa im Bereich von 90° vor dem oberen Totpunkt im Verdichtungstakt bis etwa 90° nach dem oberen Totpunkt geöffnet werden. Vorzugsweise erfolgt die Öffnung im Bereich 30° vor dem oberen Totpunkt bis etwa 90° nach dem oberen Totpunkt und besonders bevorzugt im Bereich im Bereich 30° vor dem oberen Totpunkt bis etwa 60° nach dem oberen Totpunkt. Die entsprechenden Zylinder werden somit befeuert, jedoch gebremst betrieben. In dieser Betriebsart entweichen beim Kompressionstakt über die geöffneten Zusatzauslassventile Z und Zusatzauslasskanäle 10 heiße Verbrennungsgase in die Abgasleitung. Die heißen Verbrennungsabgase tragen Wärmeenergie in die Abgasreinigungseinheit ein, wodurch diese aufgeheizt wird oder deren Abkühlung vermieden wird. Weiter kann ein

intermittierender Betrieb der Zusatzauslassventile Z vorgesehen sein, bei welchem diese nicht bei jedem Arbeitsspiel geöffnet sind bzw. betätigt werden, sondern lediglich bei jedem vorgebbaren Vielfachen eines Arbeitsspiels. Weiter kann vorgesehen sein, vorzugsweise in Abhängigkeit von der Abgas- oder Partikelfiltertemperatur oder dem Lastbereich der Brennkraftmaschine B die Anzahl der solcherart betriebenen Zylinder einzustellen. Dabei können bei erhöhtem Heizbedarf auch alle Zylinder der Brennkraftmaschine B auf diese Art betrieben werden. Vorzugsweise für eine Feineinstellung der Temperatur kann außerdem vorgesehen sein, ein oder gegebenenfalls mehrere Zylinder mit ständig geschlossenem Zusatzauslassventil Z, jedoch mit verminderter oder ganz abgeschalteter Kraftstoffzufuhr zu betreiben.

Die genannte Maßnahmen und Betriebsvarianten einer Brennkraftmaschine B mit Betätigung eines Zusatzauslassventils Z eines Zylinders 1 bis 6 erweisen sich insbesondere im Teillastbereich als vorteilhaft, da hier das Abgas ohne Zusatzmaßnahmen eine vergleichsweise niedrige Temperatur aufweist und somit eine Regeneration mit erhöhtem Wärmebedarf nicht ermöglicht ist. Die Maßnahmen können jedoch auch mit Vorteil angewendet werden, wenn die Brennkraftmaschine B bei oder nahe an der Volllast betrieben wird. Zur Vermeidung einer thermischen Überbelastung kann hierbei vorgesehen sein, nur bei einen oder wenigen Zylindern das Zusatzauslassventil zu betätigen. Dabei können diese Zylinder gegebenenfalls mit verminderter oder ganz abgeschalteter Kraftstoffzufuhr zu betrieben werden bzw. geschleppt werden. Die restlichen Zylinder werden dann zur Aufrechterhaltung der Brennkraftmaschinenleistung mit ständig geschlossenem Zusatzauslassventil unter hoher Last betrieben.

Als zusätzliche Maßnahme kann vorgesehen sein, geeignete Maßnahmen zur Drehzahlveränderung, insbesondere zur Drehzahlabsenkung des Abgasturboladers zu ergreifen. Je nach Ausführungsform des Turboladers kommen unterschiedliche Maßnahmen in Betracht. Bei einem Turbolader mit variabler Turbinengeometrie (VTG-Lader) ist es vorteilhaft, eine Veränderung der Schaufelstellung vorzunehmen. Bei einem als Wastegate-Lader mit veränderlicher Wastegate-Öffnung ausgeführten Turbolader ist es vorteilhaft, eine Veränderung der Wastegate-Öffnung vorzunehmen.

Als weitere Maßnahme kann vorgesehen sein, eine Veränderung der Abgasrückführmenge im Sinne einer abgastemperatursteigernden Wirkung vorzunehmen. Hierfür ist beispielsweise ein verstellbares Abgasrückführventil vorgesehen, das von der Motorsteuerung entsprechend angesteuert wird. Vorzugsweise wird das Abgasrückführventil weiter geöffnet. Auf diese Weise lässt sich sowohl die Abgastemperatur als auch der Sauerstoffgehalt des Abgases beeinflussen.

Als weitere Maßnahme kann vorgesehen sein, eine Veränderung der Kraftstoffeinspritzparameter vorzunehmen. Durch diese Maßnahme kann der Wärmeeintrag in die Abgasreinigungseinheit zusätzlich verstärkt werden. Dabei kann es vorteilhaft sein, den Zeitpunkt, die Menge und/oder der Druck einer Kraftstoffeinspritzung gegenüber dem Normalbetrieb zu verändern. Insbesondere kann eine Verschiebung des Spritzbeginns einer Hauptkraftstoffeinspritzung zweckmäßig sein. Ebenfalls vorteilhaft ist die Durchführung einer Nacheinspritzung. Diese kann gegebenenfalls so durchgeführt werden, dass

unverbrannte Kraftstoffbestandteile der Abgasreinigungseinheit zugeführt werden. Durch katalytische Nachverbrennung kann auf diese Weise die Abgastemperatur sehr wirkungsvoll erhöht werden. Ferner kann Gehalt an freiem Sauerstoff im Abgas gegebenenfalls bis hin zu einer reduzierenden Abgaszusammensetzung vermindert werden. Über den Gehalt des freien Sauerstoffs im Abgas lässt sich ferner die Rußabbrandgeschwindigkeit beeinflussen und somit eine übermäßige Wärmefreisetzung beim Rußabbrand im Partikelfilter vermeiden.

Insbesondere bei einem Kraftfahrzeug mit einer Ansaugluftvorwärmung kann als weitere Maßnahme vorgesehen sein, diese bei einem Regenerationsbetrieb einzuschalten. Insbesondere das Einschalten einer elektrischen Heizung im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine B ist vorteilhaft. Zum erhöht sich infolge des zusätzlichen Leistungsbedarfs die von der Brennkraftmaschine B abgegebene Leistung, zum anderen verursacht die angewärmte Ansaugluft unmittelbar einen Temperaturanstieg des Abgases.

Vorteilhaft ist es, wenn die genannten Maßnahmen vorgegebenen Kennfeldbereichen im Last-/Drehzahl-Kennfeld der Brennkraftmaschine zugeordnet sind, wobei die Zuordnung im Motorsteuergerät abgespeichert sein kann. Vorzugsweise kommt hierfür ein Teillastbereich im Kennfeld in Frage. Ebenfalls vorteilhaft ist es, die genannten Maßnahmen in Abhängigkeit von der Temperatur des Abgases und/oder der Abgasreinigungseinheit oder in Abhängigkeit von der Differenz dieser Temperaturen von vorgegebenen Temperatursollwerten zu ergreifen, wozu beispielsweise eine Zuordnungstabelle vorgesehen sein kann.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen erlauben es,

gegebenenfalls eine Regeneration eines Partikelfilters bei Stillstand des Fahrzeugs vorzunehmen. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn sich aufgrund anhaltend schlechter Regenerationsbedingungen im Fahrbetrieb keine oder keine ausreichende Regeneration durchführen lässt. In diesem Fall kann beispielsweise auf Veranlassung einer On-Board-Diagnose dazu aufgefordert werden, die Brennkraftmaschine in Fahrpausen in einem Regenerationsbetrieb mit den erläuterten erfindungsgemäßen Maßnahmen zu betreiben. Zweckmäßig ist es dabei, die erfindungsgemäßen Maßnahmen bei einer erhöhten Leerlaufdrehzahl zu ergreifen.

Patentansprüche

1. Mehrzylindrige Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit einer den Zylindern der Brennkraftmaschine (B) zugeordneten Abgasleitung, wobei den Zylindern (1 - 6) jeweils ein dem Gaswechsel dienendes Gaseinlassventil (E) zum Einlassen von Verbrennungsluft in den Brennraum des Zylinders hinein und ein dem Gaswechsel dienendes Gasauslassventil (A) zum Auslassen von Abgasen aus dem Brennraum in die Abgasleitung hinein zugeordnet ist, und wenigstens einer der Zylinder (1 - 6) der Brennkraftmaschine (B) ein Zusatzauslassventil (Z) aufweist, durch welches in geöffnetem Zustand eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum und der Abgasleitung hergestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abgasleitung eine Abgasreinigungseinheit angeordnet ist, wobei in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration der Abgasreinigungseinheit durch Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) wenigstens eines Zylinders (1) eine gegenüber dem Normalbetrieb veränderte, die Regeneration der Abgasreinigungseinheit unterstützende Abgaszusammensetzung und/oder Abgastemperatur einstellbar ist.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Zylinder mit Betätigung des
Zusatzauslassventils (Z) mit einer gegenüber dem
Betrieb ohne Betätigung des Zusatzauslassventils (Z)
verminderten Kraftstoffzufuhr betreibbar ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei wenigstens einem Zylinder mit
Zusatzauslassventil (Z) das Zusatzauslassventil (Z)
derart getaktet betätigbar ist, dass das Zusatzaus-
lassventil (Z) bei einer Vielzahl von Arbeitsspielen
jeweils im Bereich des oberen Totpunkts im
Verdichtungstakt geöffnet ist und sonst geschlossen
ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine aus wenigstens zwei vorzugsweise benach-
barten Zylindern mit Zusatzauslassventil gebildete
Zylindergruppe (11) vorgesehen ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei wenigstens zwei vorzugsweise benachbarten
Zylindern mit Zusatzauslassventil (Z) eine
Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) vorgesehen
ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,

dass wenigstens zwei Zylinder mit Zusatzauslassventil vorgesehen sind und die Anzahl der Zylinder mit Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) variabel, insbesondere in Abhängigkeit von der Abgastemperatur einstellbar ist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei wenigstens einem Zylinder mit Zusatzauslassventil (Z) ein Betrieb mit geschlossenem Zusatzauslassventil (Z) und mit gegenüber dem Normalbetrieb verminderter Kraftstoffzufuhr ermöglicht ist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Regenerationsbetrieb mit Betätigung des Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders (1) in einem Betriebsbereich verminderter Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine (B) einstellbar ist.
9. Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb eine Beeinflussung des Ladedrucks ermöglicht ist.
10. Brennkraftmaschine mit einer verstellbaren Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb eine Beeinflussung der Abgasrückführmenge ermöglicht

ist.

11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regenerationsbetrieb bei stillstehendem Fahrzeug vorgesehen ist.
12. Verfahren zum Betreiben einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit einer den Zylindern der Brennkraftmaschine (B) zugeordneten Abgasleitung, wobei den Zylindern (1 - 6) jeweils ein dem Gaswechsel dienendes Gaseinlassventil (E) zum Einlassen von Verbrennungsluft in den Brennraum des Zylinders hinein und ein dem Gaswechsel dienendes Gasauslassventil (A) zum Auslassen von Abgasen aus dem Brennraum in die Abgasleitung hinein zugeordnet ist, und wenigstens einer der Zylinder (1 - 6) der Brennkraftmaschine (B) ein Zusatzauslassventil (Z) aufweist, durch welches in geöffnetem Zustand eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum und der Abgasleitung hergestellt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration einer in der Abgasleitung angeordneten Abgasreinigungseinheit das Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders wenigstens zeitweise geöffnet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Zylinder mit wenigstens zeit-

weise geöffnetem Zusatzauslassventil (Z) und mit einer gegenüber dem Normalbetrieb verminderten Kraftstoffzufuhr betrieben wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders während einer Vielzahl von Arbeitsspielen des Zylinders im Bereich des oberen Totpunkts im Verdichtungsstakt offen gehalten wird und sonst geschlossen gehalten wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders während einer Vielzahl von Arbeitsspielen des Zylinders ständig offen gehalten wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Zylinder der Brennkraftmaschine (B) mit gegenüber dem Normalbetrieb verminderter Kraftstoffzufuhr betrieben wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei vorzugsweise benachbarte Zylinder mit Zusatzauslassventil (Z) vorgesehen sind, deren Zusatzauslassventile (Z) synchron betätigt werden.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Zylinder mit

Zusatzauslassventil (Z) vorgesehen sind und die Anzahl der Zylinder mit wenigstens zeitweise geöffnetem Zusatzauslassventil (Z) in Abhängigkeit von der Brennkraftmaschinenlast eingestellt wird.

19. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 12 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Verbindung mit dem Regenerationsbetrieb ein verminderter Ladedruck eingestellt wird.
20. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer verstellbaren Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Verbindung mit dem Regenerationsbetrieb eine erhöhte Abgasrückführmenge eingestellt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regenerationsbetrieb bei Fahrzeugstillstand durchgeführt wird.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 06. Dezember 2004 (06.12.04) eingegangen ;
ursprüngliche Ansprüche 1-21 durch neue Ansprüche 1-21 ersetzt (6 Seiten).]

Neue Patentansprüche

1. Mehrzylindrige Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit einer den Zylindern (1 - 6) der Brennkraftmaschine (B) zugeordneten Abgasleitung, in welcher eine Abgasreinigungseinheit angeordnet ist, wobei
 - den Zylindern (1 - 6) jeweils ein dem Gaswechsel dienendes Gaseinlassventil (E) zum Einlassen von Verbrennungsluft in den Brennraum des Zylinders hinein und ein dem Gaswechsel dienendes Gasauslassventil (A) zum Auslassen von Abgasen aus dem Brennraum in die Abgasleitung hinein zugeordnet ist,
 - wenigstens einer der Zylinder (1 - 6) der Brennkraftmaschine (B) ein Zusatzauslassventil (Z) aufweist, durch welches in geöffnetem Zustand eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum und der Abgasleitung hergestellt wird und
 - in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration der Abgasreinigungseinheit das Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders (1) betätigbar ist,dadurch gekennzeichnet,
dass bei Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) über die vom Zusatzauslassventil (Z) geöffnete Verbindung Gas aus dem Brennraum des wenigstens einen Zylinders (1) in die Abgasleitung gelangt und dadurch eine gegenüber dem Normalbetrieb veränderte, die Regeneration der Abgasreinigungseinheit unterstützende Abgaszusammensetzung und/oder Abgastemperatur einstellbar ist.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Zylinder mit Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) mit einer gegenüber dem Betrieb ohne Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) verminderten Kraftstoffzufuhr betreibbar ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei wenigstens einem Zylinder mit Zusatzauslassventil (Z) das Zusatzauslassventil (Z) derart getaktet betätigbar ist, dass das Zusatzauslassventil (Z) bei einer Vielzahl von Arbeitsspielen jeweils im Bereich des oberen Totpunkts im Verdichtungstakt geöffnet ist und sonst geschlossen ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine aus wenigstens zwei vorzugsweise benachbarten Zylindern mit Zusatzauslassventil gebildete Zylindergruppe (11) vorgesehen ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei wenigstens zwei vorzugsweise benachbarten Zylindern mit Zusatzauslassventil (Z) eine Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) vorgesehen ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens zwei Zylinder mit Zusatzauslassventil vorgesehen sind und die Anzahl der Zylinder mit Betätigung des Zusatzauslassventils (Z) variabel, insbesondere in Abhängigkeit von der Abgastemperatur einstellbar ist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei wenigstens einem Zylinder mit Zusatzauslassventil (Z) ein Betrieb mit geschlossenem Zusatzauslassventil (Z) und mit gegenüber dem Normalbetrieb verminderter Kraftstoffzufuhr ermöglicht ist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regenerationsbetrieb mit Betätigung des Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders (1) in einem Betriebsbereich verminderter Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine (B) einstellbar ist.
9. Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb eine Beeinflussung des Ladedrucks ermöglicht ist.
10. Brennkraftmaschine mit einer verstellbaren Abgasrückführreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb eine Beeinflussung der Abgasrückführmenge ermöglicht ist.
11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regenerationsbetrieb bei stillstehendem Fahrzeug vorgesehen ist.
12. Verfahren zum Betreiben einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug mit einer den Zylindern (1 -6) der Brennkraftmaschine (B) zugeordneten Abgaslei-

tung, in welcher eine Abgasreinigungseinheit angeordnet ist, wobei

- den Zylindern (1 - 6) jeweils ein dem Gaswechsel dienendes Gaseinlassventil (E) zum Einlassen von Verbrennungsluft in den Brennraum des Zylinders hinein und ein dem Gaswechsel dienendes Gasauslassventil (A) zum Auslassen von Abgasen aus dem Brennraum in die Abgasleitung hinein zugeordnet ist,
- wenigstens einer der Zylinder (1 - 6) der Brennkraftmaschine (B) ein Zusatzauslassventil (Z) aufweist, durch welches in geöffnetem Zustand eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Brennraum und der Abgasleitung hergestellt wird und
- in Verbindung mit einem Regenerationsbetrieb zur Regeneration der Abgasreinigungseinheit das Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders (1) wenigstens zeitweise geöffnet wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass über die vom Zusatzauslassventil (Z) geöffnete Verbindung Gas aus dem Brennraum des wenigstens einen Zylinders (1) in die Abgasleitung gelangt und dadurch eine gegenüber dem Normalbetrieb veränderte, die Regeneration der Abgasreinigungseinheit unterstützende Abgaszusammensetzung und/oder Abgastemperatur eingestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Zylinder mit wenigstens zeitweise geöffnetem Zusatzauslassventil (Z) und mit einer gegenüber dem Normalbetrieb verminderten Kraftstoffzufuhr betrieben wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders während einer Vielzahl von Arbeitsspielen des Zylinders im Bereich des oberen Totpunkts im Verdichtungsstakt offen gehalten wird und sonst geschlossen gehalten wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzauslassventil (Z) wenigstens eines Zylinders während einer Vielzahl von Arbeitsspielen des Zylinders ständig offen gehalten wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Zylinder der Brennkraftmaschine (B) mit gegenüber dem Normalbetrieb verminderter Kraftstoffzufuhr betrieben wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei vorzugsweise benachbarte Zylinder mit Zusatzauslassventil (Z) vorgesehen sind, deren Zusatzauslassventile (Z) synchron betätigt werden.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Zylinder mit Zusatzauslassventil (Z) vorgesehen sind und die Anzahl der Zylinder mit wenigstens zeitweise geöffnetem Zusatzauslassventil (Z) in Abhängigkeit von der Brennkraftmaschinenlast eingestellt wird.
19. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet,

dass in Verbindung mit dem Regenerationsbetrieb ein verminderter Ladedruck eingestellt wird.

20. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einer verstellbaren Abgasrückführeinrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Verbindung mit dem Regenerationsbetrieb eine erhöhte Abgasrückführmenge eingestellt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regenerationsbetrieb bei Fahrzeugstillstand durchgeführt wird.

1/1

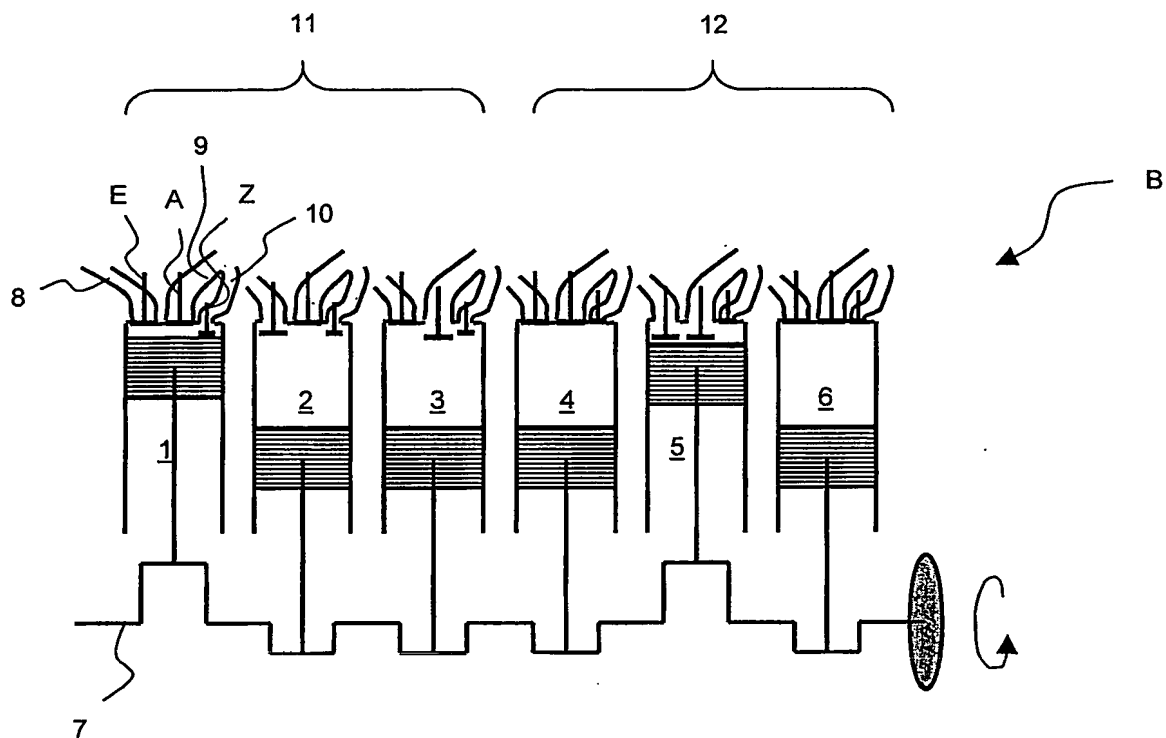


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01N3/023 F01N3/08 F01L1/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01N F01L F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 260 684 A (ISUZU MOTORS LTD) 27 November 2002 (2002-11-27) paragraphs '0009!', '0010!', '0032!', '0038!; figures	1,8-10, 12,19,20
A	EP 1 304 458 A (FORD GLOBAL TECH INC) 23 Apr11 2003 (2003-04-23) paragraph '2.5.6.13!	1,2



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 November 2004

Date of mailing of the international search report

18/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klinger, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/007563

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1260684	A	27-11-2002	JP	2002349241 A	04-12-2002
			EP	1260684 A2	27-11-2002
			US	2002174648 A1	28-11-2002
EP 1304458	A	23-04-2003	EP	1304458 A1	23-04-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007563

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01N3/023 F01N3/08 F01L1/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01N F01L F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 260 684 A (ISUZU MOTORS LTD) 27. November 2002 (2002-11-27) Absätze '0009!', '0010!', '0032!', '0038!; Abbildungen	1,8-10, 12,19,20
A	EP 1 304 458 A (FORD GLOBAL TECH INC) 23. April 2003 (2003-04-23) Absatz '2.5.6.13!	1,2

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klinger, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007563

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1260684	A	27-11-2002	JP	2002349241 A		04-12-2002
			EP	1260684 A2		27-11-2002
			US	2002174648 A1		28-11-2002
EP 1304458	A	23-04-2003	EP	1304458 A1		23-04-2003